



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 26 260 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
B 60 K 41/02
B 60 K 23/02

②① Aktenzeichen: P 44 26 260.4
②② Anmeldetag: 25. 7. 94
②③ Offenlegungstag: 9. 2. 95

DE 44 26 260 A 1

③⑩ Innere Priorität: ③② ③③ ③①
03.08.93 DE 43 26 053.5

⑦① Anmelder:
Luk Getriebe-Systeme GmbH, 77815 Bühl, DE

⑦② Erfinder:
Kremmling, Burkhard, 77871 Renchen, DE; Salecker,
Michael, Dr., 77855 Achern, DE; Zimmermann,
Martin, 77880 Sasbach, DE

⑤④ Kraftfahrzeug

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf ein Kraftfahrzeug mit
Reibungskupplung.

DE 44 26 260 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf Kraftfahrzeuge, die eine im Momentenfluß zwischen Brennkraftmaschine und Stufenschaltgetriebe vorgesehene automatisierte Kupplung besitzen, sowie wenigstens eine Schalt- bzw. 5 Steuereinrichtung bzw. Regelung hierfür. Diese sind unter der Bezeichnung "Elektronisches Kupplungsmanagement", abgekürzt "EKM", z. B. im Zusammenhang mit der DE-OS 40 11 850 bekannt geworden.

Der vorliegenden Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, die Sicherheit von mit derartigen Systemen ausgestatteten Fahrzeugen zu erhöhen, indem erfindungsgemäß dem Fahrer kenntlich gemacht wird, bei bestimmten Betriebszuständen, wie Stillstand des Fahrzeuges mit laufendem Motor und bei eingelegtem Gang, das ist z. B. 10 bei einem Haltevorgang vor der Garage, nicht mit eingelegtem Gang auszusteigen (in dem entsprechenden Betriebszustand ist die Kupplung, weil das Gaspedal nicht betätigt ist, in Bereitschaftsposition), weil in einem solchen Fall bei einem Fehler im Ausrücksystem, z. B. einem Druckabfall im Hydrauliksystem der automatisierten Kupplung die Kupplung schließen würde. Darüber hinaus soll der Komfort des Fahrzeuges erhöht werden, indem z. B. während des Rangierens das Motormoment feinfühlig auf die Antriebsräder dosiert werden kann, 15 und es soll weiterhin das Anfahren bei eisglatter Straße erleichtert werden. Außerdem lag der Erfindung die Aufgabe zugrunde, derartige Systeme bzw. damit ausgerüstete Fahrzeuge preiswerter zu gestalten, die Regelung feinfühlig und schneller wirkend auszugestalten und bei Fehlern dies dem Fahrer und/oder der Werkstätte kenntlich zu machen, indem solche Fehler, z. B. in einem Fehlerspeicher, vorzugsweise einem nichtflüchtenden Fehlerspeicher, abgespeichert werden. Darüber hinaus soll die verwendete Elektronik-Hardware vereinfacht 20 werden und universell einsetzbar sein, die Anzahl der Geber und/oder Nehmer möglichst gering gehalten sein und weiterhin sollen bei der Applikation eines EKM in Fahrzeuge möglichst wenig Änderungen vorgenommen werden.

Gemäß der Erfindung wird zumindest der Aufgabenteil der größeren Sicherheit, des höheren Komforts und des besseren Fahrverhaltens dadurch gelöst, daß über die automatisierte Kupplung bei eingelegtem Gang und 25 laufendem Motor sowie stillstehendem bzw. praktisch stillstehendem Fahrzeug und nicht betätigtem Kraftstoffzufuhrbemessungsglied (also dem Gaspedal) die Kupplung soweit geschlossen wird, daß ein geringeres Moment übertragen wird, welches ein Ankriechen des Fahrzeuges bewirkt. Ein derartiges Ankriechen läßt also den Fahrer gar nicht auf den Gedanken kommen, das Fahrzeug nach einem Stehenbleiben bei laufendem Motor und eingelegtem Gang zu verlassen, eben weil dasselbe nach einem durch die Bremse, also Fuß- oder Handbremse, 30 verursachten Stillstand gleich zu kriechen beginnt. Dieses Kriechen gewährleistet aber auch einen höheren Komfort beim Einparken, Rangieren usw. bzw. beim Anfahren auf eisglatter Straße, weil überaus feinfühlig angefahren werden kann.

Von Vorteil ist es weiterhin, wenn bei einer während des Kriechens erfolgenden Bremsbetätigung durch Fuß- und/oder Handbremse die Kupplung in Richtung Öffnen betätigt und so das übertragbare Moment zumindest 35 verringert wird, was durch stetiges Öffnen oder abruptes Öffnen, z. B. in die Bereitschaftsposition erfolgen kann.

Weiterhin kann es vorteilhaft sein, wenn bei betätigter Bremse, stillstehendem bzw. praktisch stillstehendem Fahrzeug und einem bei nichtbetätigtem Gaspedal erfolgenden Einlegen des Ganges die Kupplung in einer gegenüber der das Kriechen bewirkenden Position zurückversetzten Position, also einer Bereitschafts-, Warte- oder Offsetposition gehalten ist.

Besonders vorteilhaft kann es sein, wenn bei nichtbetätigter Bremse und nicht betätigtem Gaspedal während des Kriechvorganges die Kupplung stetig in Richtung des Schließens betätigt wird, also im Leerlaufbetrieb eine 40 stetige Geschwindigkeitserhöhung stattfindet, um die Kupplung nicht durch das mit relativ großem Schlupf verbundene stetige Kriechen zu überhitzen.

Die Warte- oder Offsetposition kann für sich selbst in einem Speicher, wie einem elektronischen Speicher 45 abgelegt werden und von dort bei Bedarf entnommen werden oder an einen entsprechenden Empfänger weitergegeben werden. Die Warte- oder Offsetposition kann aber auch dadurch gebildet werden, daß der sogenannte Greifpunkt der Kupplung, bei dem also die Kupplung gerade beginnt, Moment zu übertragen, ermittelt und automatisch ein geringfügiger, gegenüber dem Greifpunkt zurückversetzter Wert (der Offset) hinzukommt und der sich so ergebende Wert in der Elektronik-Hardware, wie z. B. einem Rechner, abgelegt und 50 von dort wieder entnommen werden kann.

Es hat sich weiterhin als vorteilhaft erwiesen, wenn nach dem Starten des Motors bei stehendem bzw. praktisch stehendem Fahrzeug, nicht betätigtem Gaspedal, nicht betätigter Bremse und in Abhängigkeit des Einlegens eines Anfahranges die Kupplung aus einer, kein Anfahrmoment übertragenden Position (wie z. B. der Bereitschafts-Offset oder -Warte-Position) permanent in Schließrichtung betätigt wird, derart, daß ein Ankriechen des Fahrzeuges erfolgt und wobei der in der Kupplung vorhandene Schlupf permanent verringert werden 55 kann, also ein immer schnelleres Kriechen erfolgt. Auch hier ist es vorteilhaft, wenn bei Betätigung einer Bremse der Schließvorgang der Kupplung zumindest unterbrochen bzw. die Kupplung weiter geöffnet wird bis z. B. in die Bereitschaftsposition.

Es ist besonders zweckmäßig, wenn nach dem Abstellen des Motors die Kupplung selbsttätig geschlossen 60 wird, wobei es besonders vorteilhaft sein kann, wenn die Kupplung auch bei eingelegtem Gang geschlossen wird, um so zuverlässig eine Getriebesperre zu erhalten. Dabei kann es zweckmäßig sein, wenn das bei eingelegtem Gang erfolgende Schließen der Kupplung gegenüber dem Abstellen zeitlich geringfügig verzögert erfolgt, weil der Motor nach Zündabstellung noch nachlaufen kann.

Von Vorteil ist es weiterhin, wenn nach dem Starten des Motors, welches zweckmäßigerweise nur in neutraler 65 Getriebe-Position erfolgen kann, die Kupplung in eine, über den Greifpunkt hinausgehende, wie voll geöffnete Position geführt wird, bei Einleitung des Einlegens eines Anfahranges die Kupplung jedoch in die Bereitschaftsposition geführt wird, was z. B. in Abhängigkeit des Erkennens eines bestimmten Ganges durch eine Gangerkennung erfolgen kann.

Dabei kann es von besonderem Vorteil sein, wenn selbst bei nichtbetätigtem Gaspedal und eingelegtem Gang die Kupplung aus der kein Anfahrmoment übertragenden Position, also insbesondere der Bereitschafts-, Offset- oder Warteposition, permanent in Schließrichtung betätigt wird, also ein Ankriechen des Fahrzeuges erfolgt, wobei die Kupplung geregelt oder gesteuert geschlossen werden kann. Dabei kann das Schließen aus der Bereitschaftsposition in die Greifposition und/oder von der Greifposition in die weiter oder ganz geschlossene Position entsprechend einer zeitlich abhängigen Momentenrampe gesteuert erfolgen oder aber geregelt in Abhängigkeit des Schlupfes zwischen Motor und Getriebe ermittelten Sollmoments, wobei der jeweils größere Wert den Vorrang hat. Dabei kann auch, was von besonderem Vorteil sein kann, das Schließen der Kupplung z. B. aus der Bereitschaftsposition in die Greifposition und/oder aus der Greifposition in die eingerückte Position ohne direkte Ermittlung der Getriebedrehzahl erfolgen, indem anstatt der Getriebeeingangsdrehzahl ein dieser Getriebeeingangsdrehzahl entsprechender Wert aus der Fahrzeuggeschwindigkeit, z. B. aus einem Fahrge-
 schwindigkeitssignal, das z. B. einem Steuergerät, wie dem DME (digitale Motor-Elektronik) entnommen wird und wobei unter Berücksichtigung des eingelegten Ganges und der entsprechenden Gangübersetzung die im Kraftübertragungsweg hinter der Kupplung auftretende Drehzahl, also die Getriebeeingangsdrehzahl errechnet werden kann. Dies kann in besonders einfacher Weise durch die Elektronik-Hardware erfolgen, das Fahrge-
 schwindigkeitssignal ohnehin vorhanden ist und mit Hilfe der im elektronischen Gerät abgelegten Gangübersetzung zurückgerechnet werden. Der eingelegte Gang ergibt sich aus der sogenannten Gangerkennung. Bei einer derartigen Einrichtung kann auf einen Sensor zur Ermittlung der Getriebeeingangsdrehzahl verzichtet werden, und es müssen bei Anwendung eines solchen EKM-Systems keine Veränderungen am Schaltgetriebe vorgenom-
 men werden.

Die bereits mehrfach erwähnte Greifposition entspricht zumindest annähernd derjenigen Position der Kupplung, bei der das Fahrzeug auch zu kriechen beginnt. Vorteilhaft ist es dabei, wenn nach dem Starten der Brennkraftmaschine, wobei die Kupplung zweckmäßigerweise vollständig geöffnet sein kann.

Darüber hinaus kann es von Vorteil sein, wenn für die Wegmessung der Kupplungsposition ein vom Kupplungsbetätigungsmittel, wie dem Ausrücklager entferntes Element des Ausrücksystems verwendet wird, wobei bei einem fluidbetätigten Ausrücksystem, z. B. einem hydraulischen System, die Wegmessung mittel- und unmittelbar über dem Geberzylinder erfolgt. Hierfür kann über den Stößel des Hydraulikzylinders ein schwenkbarer Hebel betätigt werden, auf dessen Achse ein Drehpotentiometer vorgesehen ist. Diese Art der Messung ist von besonderem Vorteil, weil an der Getriebeglocke keinerlei Veränderungen durchgeführt werden müssen. Da jedoch die Hydraulikflüssigkeit — das hydraulische Kupplungsbetätigungssystem kann an den Bremsflüssigkeitskreis angeschlossen sein — eine temperaturabhängige Volumenausdehnung unvermeidbar ist, kann die Beziehung der tatsächlichen Kupplungsposition am Nehmerzylinder und der gemessenen Kupplungsposition am Geberzylinder verfälscht sein, zumindest solange bis der nächste Volumenausgleich über die Schnüffelführung zum Vorratsbehälter der hydraulischen Flüssigkeit erfolgt.

Um derartige Fehler auszugleichen bzw. nicht entstehen zu lassen, ist es besonders vorteilhaft, wenn mehr als eine Methode einer Greifpunktermittlung durchgeführt wird.

Eine Methode der Greifpunktermittlung erfolgt bei stillstehendem oder praktisch stillstehendem Fahrzeug in Getriebeneutralposition, wobei es zweckmäßig sein kann, wenn diese Greifpunktermittlung (Stand-Greifpunkt) periodisch erfolgt. Gegebenenfalls zusätzlich zu der oder anstelle der oben angeführten Greifpunktermittlung kann eine Stand-Greifpunktermittlung auch bei eingelegtem Gang, betätigter Fußbremse und stillstehendem bzw. praktisch stillstehendem Fahrzeug erfolgen. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn diese Greifpunktermittlung periodisch erfolgt. Die entsprechenden über das Potentiometer ermittelten Werte können — wie dies später noch erläutert wird — einem Speicher zugeführt werden.

Eine weitere Methode zur Greifpunktermittlung besteht erfindungsgemäß im Schub- und/oder im Zugbetrieb (Schub- bzw. Zug-Greifpunkt).

Dabei kann der Schub-Greifpunkt in "Gaspedalstellung Null" bei einer Stellung der Kupplung — beim Schließen desselben in diese Richtung gesehen — nach Unterschreiten der Bereitschaftsposition und bei Feststellung der Minimum-Motordrehzahl, was durch Erkennen eines nach einem Abfall erfolgenden Anstieges der Drehzahl festgestellt werden kann, also bei Feststellung des ersten auftretenden positiven Gradienten, einem Zustand also, für den das aktuell übertragbare Moment der Kupplung gleich ist dem Motorschubmoment, erfolgt, dieser Wert über das in der Elektronik-Hardware abgelegte Motorkennfeld einen bestimmten Schub- bzw. Bremsmoment des Motors zugeordnet und diesem Wert über die ebenfalls in der Hardware-Elektronik abgelegte Kupplungskennlinie der entsprechende Abstand zum potentiellen, also nächsten Greifpunkt zugeordnet wird.

Die Greifpunktermittlung im Zugbetrieb kann z. B. dadurch erfolgen, daß der Drehzahlunterschied zwischen Motor und Getriebe, also der Schlupf über der Zeit aufintegriert wird, so daß sich eine bestimmte Fläche ergibt, und bei Überschreitung dieser aufintegrierten Fläche um einen bestimmten Wert der Greifpunkt in Richtung Schließen korrigiert wird, und bei Unterschreitung der aufintegrierten Fläche um einen bestimmten Wert der Greifpunkt in Richtung Öffnen korrigiert wird.

Auch die weiteren neben dem Stand-Greifpunkt ermittelten Greifpunkte können einem Speicher zugeführt werden, wobei es zweckmäßig ist, wenn der Stand-Greifpunkt in einem flüchtigen Speicher speicherbar ist und der Schub- bzw. Zug-Greifpunkt in einem nichtflüchtigen Speicher. Je nach Anwendungsfall kann es von Vorteil sein, wenn der Schub-Greifpunkt ermittelt wird oder der Zug-Greifpunkt. In manchen Fällen kann es auch vorteilhaft sein, wenn sowohl der Schub- als auch der Zug-Greifpunkt ermittelt und gespeichert werden.

Für die Speicherung der ermittelten Bereitschaftspositionen (oder des Greifpunktes, der dann, wie bereits beschrieben um einen bestimmten Wert berichtet wird) kann ein flüchtiger zentraler Greifpunktspeicher vorgesehen sein, der von den anderen Speichern, nämlich Stand-Greifpunktspeicher sowie Schub- und/oder Zug-Greifpunktspeicher die Werte übertragen erhält. Dabei können die Werte des Stand-Greifpunktspeichers

jeweils nach einer bzw. bei jeder periodisch erfolgenden Ermittlung und z. B. in Abhängigkeit des Erreichens der Bereitschaftsposition der Kupplung vom zentralen Greifpunktspeicher übernommen werden.

Die Werte des Greifpunktes "Schub- und/oder Zug" werden nach der Ermittlung und in Abhängigkeit eines zumindest annähernd vollständig erfolgenden Schließens der Kupplung in den zentralen Greifpunktspeicher übernommen und für die Regelung bereitgehalten oder an die Regelung weitergegeben.

Wie bereits oben erwähnt, kann der Schub- und/oder Zug-Greifpunkt nach einem zumindest annähernd vollständigen Schließen der Kupplung (wenn das Fahrzeug z. B. im Schlupfbetrieb bewegt werden soll) oder in Abhängigkeit des vollständigen Schließens der Kupplung übernommen werden. Das Übernehmen des Schub- und/oder Zug-Greifpunktes in den zentralen Greifpunktspeicher kann aber auch in Abhängigkeit eines soweit erfolgten Schließens der Kupplung erfolgen, bei dem das von der Kupplung übertragbare Moment höher ist als das zu diesem Zeitpunkt bestehende Motormoment.

Die Übernahme des Schub- und/oder Zug-Greifpunktes kann aber auch in Abhängigkeit eines zumindest annähernd vollständig erfolgten Öffnens der Kupplung vorgenommen werden. In manchen Fällen kann es zweckmäßig sein, wenn die Übernahme in Abhängigkeit des Erreichens der Bereitschaftsposition erfolgt.

Die Übernahme der Schub- und/oder Zug-Greifpunkte in den zentralen (flüchtigen) Greifpunktspeicher kann aber auch in Abhängigkeit vom Erreichen derjenigen Position des Geberzylinders erfolgen, bei der ein Volumenausgleich mit einem Vorratsbehälter über die Schnüffelbohrung erfolgt ist, was also im allgemeinen bei eingerückter Kupplung der Fall ist.

Die Einspeicherung der jeweils letzten Greifpunktermittlung im Stand in dem zentralen flüchtigen Greifpunktspeicher kann in Abhängigkeit davon erfolgen, daß die Kupplung gerade noch frei ist. Während dieser letzte Wert gelöscht wird, sobald die Kupplung kurzzeitig z. B. eine Sekunde geschlossen war, also ein Schnüffeln erfolgt ist und ein Volumenausgleich im hydraulischen Kupplungsausrücksystem und der bei Schub und/oder Zug ermittelte Greifpunkt im (nichtflüchtigen oder Adaptivspeicher) Greifpunktspeicher Schub und/oder Zug gespeichert und an den flüchtigen, zentralen Greifpunktspeicher weitergegeben wird. Nach einem Abstellen des Motors wird der Greifpunktspeicherstand und der zentrale Greifpunktspeicher gelöscht, während der im nichtflüchtigen Greifpunktspeicher für Schub- und/oder Zugbetrieb gespeicherten Werte abgelegt bzw. gespeichert bleiben und beim nächsten Starten in den zentralen flüchtigen Greifpunktspeicher eingespeist und für die Regelung bzw. Einstellung der Kupplung auf den Greifpunkt derselben herangezogen wird.

Das Schließen der Kupplung aus einer vollständig oder zumindest annähernd vollständig geöffneten Position in die Bereitschaftsposition kann entsprechend einer gesteuerten e-Funktion erfolgen. Dabei kann das Schließen der Kupplung beim Anfahren von der Bereitschaftsposition aus in Abhängigkeit von einer Soll-Anfahrdrehzahl erfolgen, die abhängig ist von der Lasthebelstellung, also vom Gaspedal bzw. der Drosselklappe.

Das Schließen der Kupplung beim Wiedereinkuppeln nach einem Gangwechsel von der Bereitschaftsposition aus kann in Abhängigkeit eines Soll-Schlupfes erfolgen. Dieser Soll-Schlupf kann auf Basis des Ist-Schlupfes zum Beginn des Einkuppelns, also zumindest ein annähernd bei Erreichen der Bereitschaftsposition über eine Zeitrampe gegen den gewünschten Endschlupfregelbar sein, wobei der gewünschte Endschlupf Null sein kann (wenn z. B. nicht mit schlupfender Kupplung zum Zwecke einer Schwingungsisolierung gefahren werden soll). Das an der Kupplung eingestellte Moment kann dabei mindestens dem Motormoment mal einem Faktor von ≥ 1 sein. Das Motormoment kann dabei aus der Stellung des Lasthebels und der Motordrehzahl ermittelt werden.

Das durch die im jeweiligen Betriebszustand (Kriechen und/oder Anfahren und/oder Wiedereinkuppeln) aktivierten Regler (bzw. Regelalgorithmen) ermittelte Soll-Drehmoment der Kupplung wird über die Kupplungskennlinie in einen Sollwert umgewandelt. Dabei kann der Sollweg in einem Wegregelkreis mit dem Ist-Wert der Kupplung verglichen werden und über einen PID-Regler daraus der zur Ventil-Ansteuerung erforderliche Sollstrom bestimmt werden.

Anhand des in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels sei die Erfindung näher erläutert.

Dabei zeigt Fig. 1 die Anordnung der hydraulischen Systemkomponenten mit Geberzylinder 1, Nehmerzylinder 2 mit der sie verbindenden Hydraulikleitung 3 und dem Vorratsbehälter 4 einerseits als Bremsflüssigkeitskreis 5 und andererseits den Hydraulikkreislauf des Fahrzeuges 6, bestehend aus Motor 7 mit Pumpe 8, Druckbegrenzungsventil 9, Filter 10 und 11 und Rückschlagventil 12. Dieser Hydraulikkreislauf enthält weiterhin einen Speicher 13, einen Drucksensor 14, das 4/3-Wegeventil (Proportionalventil) 15 und den Geberzylinder 16 des Hydraulikkreislaufes des Fahrzeuges. Die Kolbenstange 17 des Zylinders 16 ist gleichzeitig die Eingangskolbenstange für die Kolbenzylindereinheit 1. Über die Kolbenstange 17 erfolgt die Betätigung eines Drehpotentiometers 18, welches ein Signal für die Kupplungsstellung erzeugt und abgibt. Die Kolbenstange 19 der Nehmerzylindereinheit 2 betätigt den Kupplungsbetätigungshebel 20, der wiederum ein Ausrücklager 21 betätigt, von welchem die schematisch gezeigte Tellerfeder 22 der ebenfalls schematisch gezeigten Kupplung 23 betätigt wird.

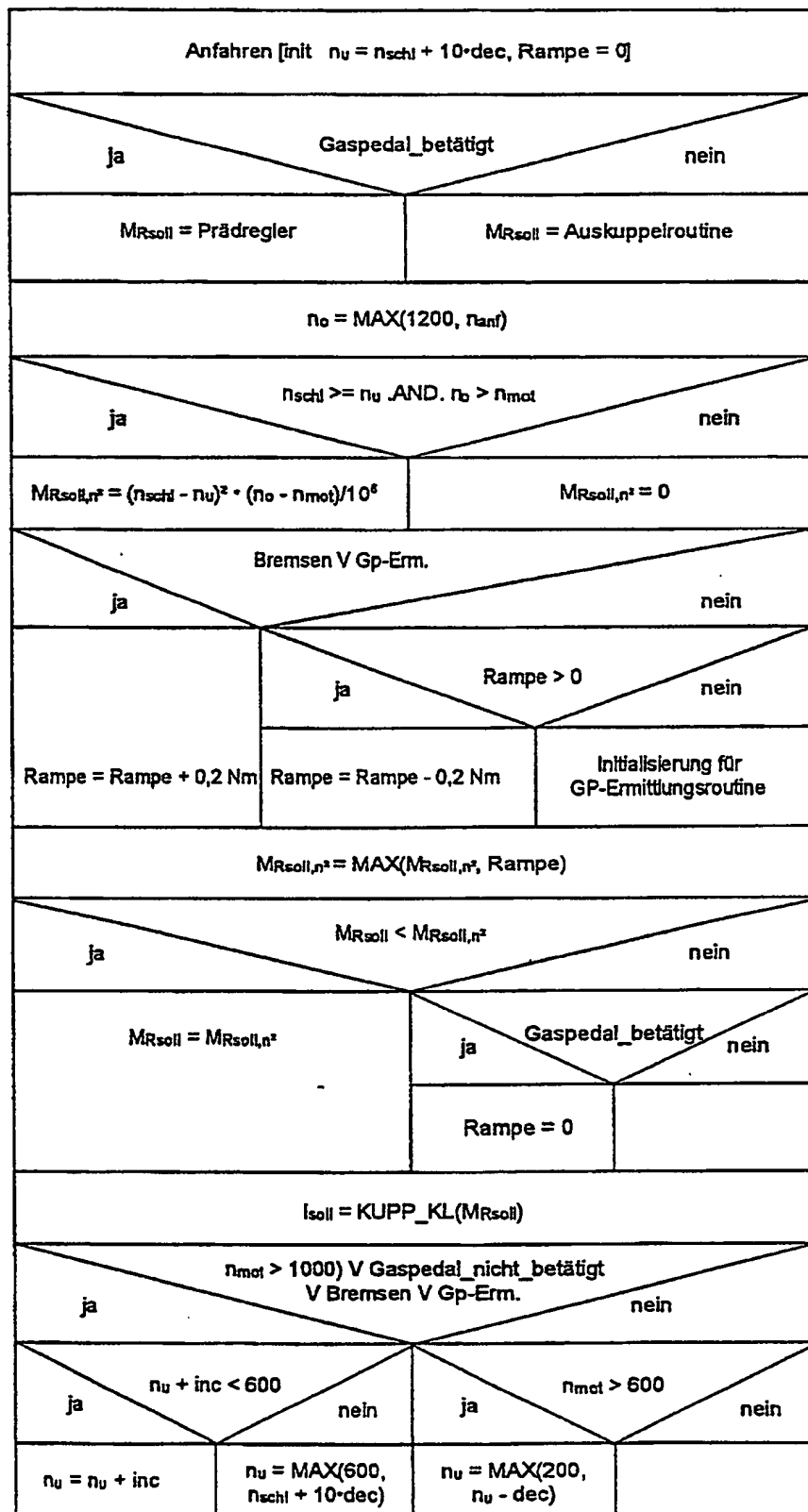
Die die Zylindereinheit 1 mit dem Vorratsbehälter 4 verbindende Leitung 24 mündet über die in den Fig. 2 und 3 näher gezeigte Schnüffelbohrung 25 in die Zylindereinheit 1.

Durchführung im Detail

Der Momentenaufbau beim Anfahren wird durch drei unabhängige Berechnungen bestimmt. Dies sind der Prädiktionsregler, die Auskuppelstrategie und der Kriechregler. Jeder der Regler berechnet ein Sollmoment, wobei das maximale Moment als resultierendes Anfahrmoment übernommen wird.

Abb. 1: Struktogramm des Kriechreglers, eingebettet im Zustand "Anfahren"

Ablaufdiagramm der Anfahrregelung



5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Dabei bedeuten:

- n_u untere Drehzahlschranke [U/min]
- n_o obere Drehzahlschranke [U/min]
- 5 n_{anf} Anfahrerdrehzahl [U/min]
- n_{mot} Motordrehzahl [U/min]
- n_{schl} gefilterter Schlupf zwischen Motor und Getriebe [U/min]
- M_{Rsoll} Sollreibungsmoment [Nm]
- M_{Rsoll,n^2} Sollreibungsmoment des Kriechreglers [Nm]
- 10 $inc = 4$ Inkrement für Änderung der unteren Schranke [U/min]
- $dec = 4$ Dekrement für Änderung der unteren Schranke [U/min]

Beim erstmaligen Eintritt ins Anfahren wird der Kriechregler folgendermaßen initialisiert:

- 15 — untere Schranke n_u auf Istschlupf + Offset
- Rampe auf Moment = 0.

Der Kriechregler setzt sich zusammen aus einem n^2 -Regler, der sein Moment in Abhängigkeit von Motor- und einem der Getriebedrehzahl zurückgerechneten Wert berechnet, und aus einer zeitabhängigen Momentenrampe mit einer Steigung von 20 Nm/s. Das maximale Moment wird als Kriechmoment übernommen.

20 Das Moment der Rampe wird aufgebaut, wenn kein Gas und keine Bremse betätigt ist. Wird die Fußbremse betätigt oder die Handbremse angezogen, so erfolgt der Momentenabbau mit der gleichen Steilheit wie zuvor das Moment aufgebaut wurde. Die Rampe dient dazu, die Kupplung bei längerem Kriechen auf jeden Fall zu schließen, auch wenn das Moment des n^2 -Reglers, bedingt durch den kleiner werdenden Schlupf, gegen Null geht. Der n^2 -Regler alleine würde einen festen Schlupf einregeln, der bei längerem Kriechen zu einem unzulässig hohen Verschleiß der Kupplung führen könnte.

25 Das Sollreibungsmoment der Anfahrregelung mit Prädiktionsregler ist indirekt abhängig von der Drosselklappe. Wird Gas gegeben, so wirkt in der Regel der Prädiktionsregler. Andernfalls gibt die Auskuppelroutine den Verlauf des Sollmomentes vor. Damit wird im Falle einer abgebrochenen Anfahrt die Auskuppelroutine aktiviert, um das Moment des Prädiktionsreglers bis auf das Kriechmoment abzubauen.

Der n^2 -Regler hat folgenden Algorithmus,

$$M_{Rsoll,n^2} = (n_{schl} - n_u)^2 \cdot (n_o - n_{mot}).$$

35 Die obere Schranke n_o hat zur Folge, daß sich das Moment beim Ansteigen der Motordrehzahl, also beim Gasgeben, abbaut, und beim Überschreiten dieser Schranke ganz auf Null gesetzt wird. Das bedeutet, daß sofort ein Moment durch den n^2 -Regler aufgebaut wird, das jedoch beim Gasgeben nach kurzer Zeit vom Prädiktionsregler überschritten und alleinig durch diesen bestimmt wird. Voraussetzung für eine "komfortable" Übernahme durch den Prädiktionsregler ist eine geringe Differenz zwischen den Gradienten der beiden Sollmomente im Übergabepunkt.

40 Die untere Schranke n_u sorgt für den Momentenaufbau beim Kriechen, solange kein Gas gegeben wird, und für den Momentenabbau bei Betätigung der Bremse. Die Schranke wird bei Eintritt in den Zustand 'Anfahren' auf den aktuellen Schlupf + Offset initialisiert. Der zusätzliche Offset dient dazu, daß die Sollkupplungsposition vom Hub zum Greifpunkt nach einer e-Funktion abläuft und dadurch die Istkupplungsposition keinen Momentenüberschwinger verursacht. Die Verringerung der unteren Schranke n_u bei Unterschreitung einer Grenzmotordrehzahl von 1000 1/min und keiner Gaspedalbetätigung, führt zu einer Erhöhung des Sollmoments. Um ein mögliches Abwürgen des Motors zu verhindern, gibt es eine untere Motordrehzahl von 600 1/min, bei der die Dekrementierung von n_u eingestellt wird und dadurch das Sollmoment nicht weiter erhöht wird.

50 Übernimmt der Prädiktionsregler aufgrund eines höheren Sollmomentes die Regelung, so wird die Rampe solange auf Null initialisiert, wie der Prädiktionsregler das höhere Sollmoment vorgibt. Ebenso wird auch n_u bei betätigtem Gaspedal bis auf sein Maximum erhöht, und damit das Sollreibungsmoment des n^2 -Reglers abgebaut, um eine sichere Übernahme des Prädiktionsreglers zu gewährleisten. Außerdem ist dadurch im Falle einer abgebrochenen Anfahrt, bei der das 'Anfahren' nicht verlassen wird, der n^2 -Regler intern initialisiert.

55 2. Greifpunktermittlung

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Kupplungsposition am Geberzylinder (GZ) im Hydraulikblock und nicht am Nehmerzylinder (NZ) an der Getriebeglocke gemessen (siehe Bild im Anhang 1). Die temperaturabhängige Volumenausdehnung der Bremsflüssigkeitssäule zwischen GZ und NZ verfälscht die Beziehung der tatsächlichen Kupplungsposition (am NZ) und der gemessenen Kupplungsposition (am GZ) solange die Kupplung zumindest teilweise geöffnet und damit die Schnüffelbohrung im GZ nicht freigegeben ist. Bei geschlossener Kupplung wird das System durch einen Volumenausgleich über die Schnüffelbohrung im GZ "neu abgeglichen". Schon nach wenigen Minuten im Stand kann die Volumenänderung aufgrund des Temperatureinflusses mehrere Millimeter Hub im GZ ausmachen.

65 Bei geöffneter Kupplung wird die Kupplungsposition im GZ konstant geregelt, d. h. bei einer Erwärmung der Bremsflüssigkeitssäule wandert der Kolben im NZ und die Kupplung wird weiter geöffnet (Gefahr Kupplung zu überdrücken!). Das Steuergerät bekommt von diesem Vorgang nichts mit. Dadurch würde der nächste Anfahrvorgang qualitativ stark beeinflusst:

Grundsätzlich ist bereits ein um 0,5 mm falsch angenommener Greifpunkt bei allen Strategien (Kriechen, Anfahren, Wiedereinkuppeln, Auskuppeln z. Gangwechsel bzw. Stand) subjektiv spürbar.

2.1 Greifpunktstrategie

Um den Greifpunkt möglichst immer genau vorliegen zu haben, ist hier folgende Strategie in das Steuergerät einprogrammiert. Man unterscheidet zwischen einem "GP-Stand", einem "Gp-Schub" (werden im Hintergrund abgelegt) und einem aktuellen (wird für die Regelung verwendet) Greifpunkt. Befindet sich das Fahrzeug mit laufendem Motor im Stand, so gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten:

1. Der Fahrer hat die Getriebe-Neutral-Position eingelegt.
2. Der Fahrer hat einen Gang eingelegt und steht auf der Bremse (oder die Handbremse ist angezogen), damit das Fahrzeug nicht ankriecht.

Im ersten Fall besteht die Möglichkeit, die Kupplung zu schließen und dadurch die Schnüffelbohrung frei zu geben, damit ein Volumenausgleich stattfinden kann. Dazu wird die Kupplung zyklisch (z. B. alle 30 sec) für 1 sec geschlossen. Beim Auslösen der Schaltabsicht oder Verlassen der Neutral-Position wird der Vorgang abgebrochen und die Kupplung sofort geöffnet. Ist der Volumenausgleich beendet, wird der aktuelle Greifpunkt gleich dem "Greifpunkt Schub" gesetzt.

Im zweiten Fall kann kein Schnüffeln durchgeführt werden. Deshalb wird periodisch (z. B. alle 30 sec) der Greifpunkt aktualisiert. Dabei wird die Kupplung langsam geschlossen (Momentenaufbau wie beim Kriechen), bis die Motordrehzahl eine Verringerung von 80 1/min zeigt. Der dabei ermittelte Greifpunkt wird als "Greifpunkt Stand" abgelegt. Sollte die Motordrehzahl die geforderte Verringerung nicht erreichen, so wird aus Sicherheitsgründen die Ermittlung nach einer bestimmten Zeit (von z. B. von 1,27 sec) abgebrochen. Diese Zeit entspricht nach der Berechnung einer Greifpunktverschiebung von $-0,5$ mm und wird als solche übernommen. Dies ist auch die im Programm festgelegte max. zulässige Abweichung von max. $\pm 0,5$ mm zwischen dem ermittelten "Greifpunkt Stand" und dem Aktuellen (genaue Beschreibung siehe Kapitel 2.2.1).

Nach der Ermittlung wird das Moment wieder langsam auf Null abgebaut (wie beim Abbruch des Kriechens). Wenn die Kupplung wieder auf Greifpunkt + Offset geöffnet ist, wird der aktuelle Greifpunkt gleich dem "Greifpunkt Stand" gesetzt.

Will der Fahrer nun Anfahren oder Ankriechen, so ist bereits für diese Anfahrt der aktuelle Greifpunkt übernommen. Wird die Kupplung nach Beendigung der Anfahrt oder eines Gangwechsels für min. 1 sec geschlossen und somit "geschnüffelt", so erfolgt wie oben (Fall 1) die Übernahme des "Greifpunktes Schub" als aktueller Greifpunkt.

Die Ermittlung des "Greifpunktes Schub" wird beim Einkuppeln im Schub durchgeführt. Die Bedingung hierbei ist, daß das letzte "Schnüffeln" eine max. Zeit (z. B. 30 sec) zurück liegen darf, was aber praktisch keine Einschränkung bedeutet, da dies normalerweise immer der Fall ist. Die max. zulässige Änderung des "Greifpunkt Schub" zum aktuellen Greifpunkt wurde auf $\pm 0,2$ mm begrenzt. Der "Greifpunkt Schub" wird beim Abschalten des Systems als Adaptivparameter abgespeichert und bei Aktivierung als aktueller Greifpunkt übernommen.

Die Umschaltung eines neu ermittelten Greifpunktes darf nur erfolgen, wenn die Kupplung entweder ganz geöffnet oder ganz geschlossen ist, da während eines Kuppelvorganges eine sprunghafte Änderung des Greifpunktes eine sprunghafte Änderung des übertragbaren Momentes nach sich ziehen würde.

2.2 Greifpunktermittlungen

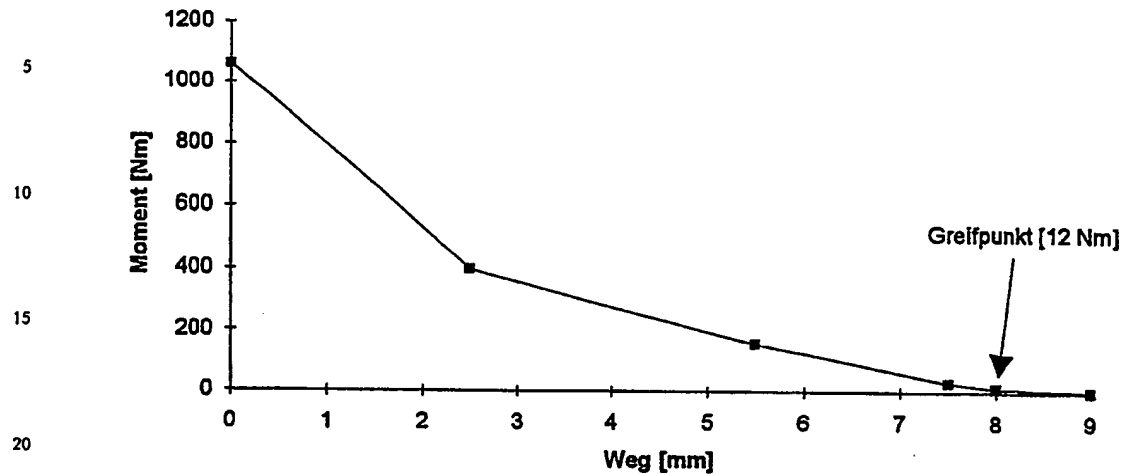
2.2.1 Greifpunktermittlung im Stand

Die Greifpunktermittlung im Stand erfolgt durch Analyse des Drehzahlverlaufs und daraus folgender Greifpunktschätzung.

Beim Kriechen beginnt die Kupplung unter bestimmten Anfangsbedingungen aufgrund der Wirkungsweise des Kriechreglers, immer mit der gleichen, relativ konstanten Geschwindigkeit zu schließen.

Durch das Schließen der Kupplung fällt die Motordrehzahl, sobald Moment übertragen wird unter der Voraussetzung, daß kein Gas gegeben wird und die Leerlaufregelung noch nicht angesprochen hat. Ausgehend von einer Leerlaufdrehzahlschwankung von ± 50 1/min wird bei korrektem Greifpunkt und ebener Fahrbahn immer in der ungefähr gleichen Zeitspanne ein Drehzahlabfall von 80 1/min erreicht. Ist der Greifpunkt im Fahrzeug im Vergleich zur im Rechner implementierten Kupplungskennlinie (vgl. Diagramm unten) nach links verschoben, vergrößert sich diese Zeitspanne, denn der Aktor muß von der Ausgangsposition "Nullpunkt + Hub" mit konstanter Verstellgeschwindigkeit einen größeren Weg zurücklegen. Bei nach rechts verschobenem Greifpunkt verkleinert sich die Zeitspanne.

Kupplungskennlinie



Die Greifpunktverschiebung läßt sich nun aus der Differenz der Nominalzeitspanne und der gemessenen
 25 Zeitspanne ($\Delta t - \Delta t_{nom}$) und der Anfangsverstellgeschwindigkeit i_{nom} der Kupplung berechnen,

$$\Delta GP = (\Delta t - \Delta t_{nom}) \cdot i_{nom}$$

Die Greifpunktermittlung kann sowohl bei betätigter Fußbremse, als auch bei betätigter Handbremse durch-
 30 geführt werden.

Jede Greifpunktermittlung kann nur bei rutschender Kupplung durchgeführt werden. Um den Verschleiß der
 Kupplung gering zu halten, wird deshalb die Greifpunktermittlung im Stand maximal nur alle 30 sec durchge-
 führt.

Der gesamte Algorithmus, der als eigene Subroutine geschrieben wird, soll ständig im 'Anfahren' aufgerufen
 35 werden. Die Initialisierung dafür wird immer beim Eintritt ins 'Anfahren' aufgerufen, sowie auch während dem
 'Anfahren', wenn die RAMPE null ist, d. h. das Kriechen noch nicht begonnen hat. Der aktualisierte Algorithmus
 ist im folgenden Struktogramm abgebildet.

40

45

50

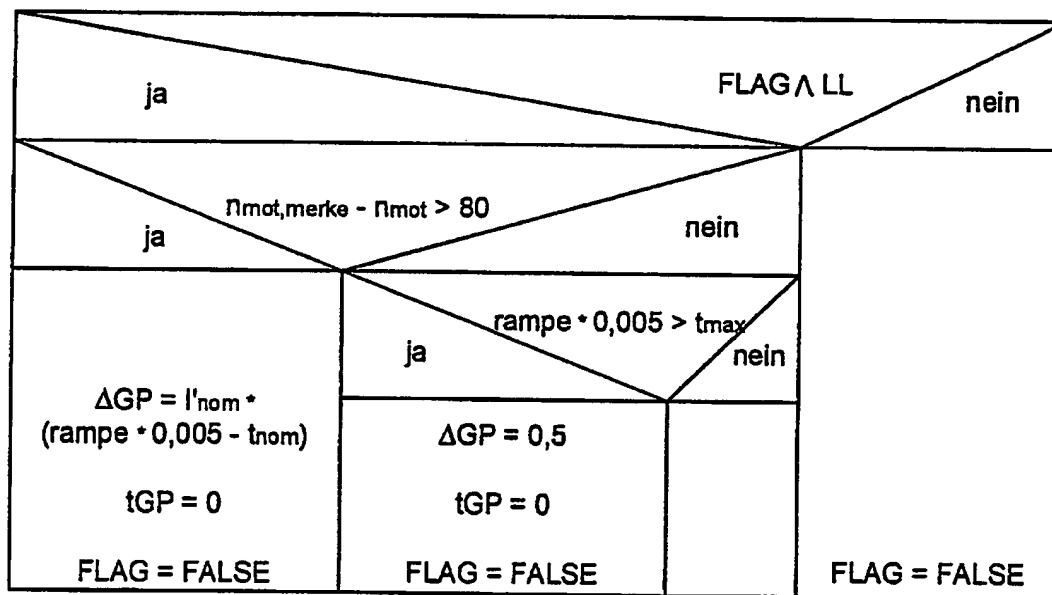
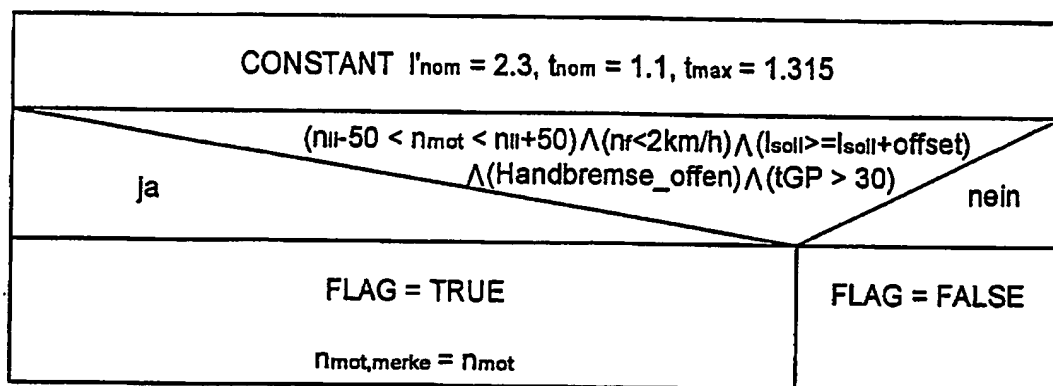
55

60

65

Abb. 1: Struktogramm für die Greifpunktermittlung im Stand

Initialisierung

 n_{mot} Motordrehzahl, [U/min] $n_{mot,merke}$ "festgehaltene" Motordrehzahl bei Eintritt in die Greifpunktermittlung zur Bestimmung des Drehzahl-

abfalls, [U/min]

 n_{II} Leerlaufdrehzahl, [U/min] n_f Fahrzeugdrehzahl, [km/h] ΔGP relative Greifpunktverstellung (in bezug auf den zuletzt ermittelten) Greifpunkt, [mm] I'_{nom} Anfangsverstellgeschwindigkeit der Kupplung (nominell aus Meßwerten festgelegt), [mm/s] t_{nom} Verstellzeit (nominell aus Meßwerten festgelegt) bis der Motor bei Arbeitsbeginn des Kriechreglers vonder Leerlaufdrehzahl bis zum Referenzpunkt $n_{Mot} = 650$ 1/min abgefallen ist, [s] t_{max} maximale Zeit bis zum Abbruch der Greifpunktermittlung, sinnvoll wegen Beschränkung von ΔGP auf

0,5mm, [s]

 t_{GP} Zeitlaufvariable, wird beim "Schnüffeln" und beim Beenden der Greifpunktermittlung initialisiert, [s]

rampe Rampe aus dem Kriechregler, dient hier als Zeitlaufvariable,

FLAG logische Variable; läßt die Greifpunktermittlung zu, wenn die Eintrittsbedingungen nicht mehr erfüllt

sind; wird negiert, sobald die Greifpunktermittlung abgeschlossen ist

LL Leerlaufschalter; wenn TRUE dann "kein Gas"

Die hier getroffenen Anfangsvoraussetzungen (Motordrehzahl ungefähr Leerlaufdrehzahl, Fahrzeug annähernd im Stillstand) schränken die Häufigkeit der Greifpunktermittlung ein. Nur unter diesen Anfangsvoraussetzungen ist jedoch bei korrektem Greifpunkt die nominelle Verstellgeschwindigkeit l'_{nom} (Reproduzierbarkeit!) zu erreichen.

5

2.2.2 Greifpunktermittlung beim Wiedereinkuppeln in Schub

Liegt die Motordrehzahl nach einem Gangwechsel unter der Getriebedrehzahl, so wird der abfallende Motor beim darauffolgenden Einkuppeln vom Getriebe beschleunigt. Dieser Vorgang findet bei jeder Rückschaltung mit Motorschubbetrieb statt und zum Teil auch beim Hochschalten in oberen Gangstufen.

Der Grundgedanke der Ermittlung liegt nun darin, daß zu dem Zeitpunkt, zu dem der Motordrehzahlverlauf ein Minimum hat (stationärer Zustand, keine Motorbeschleunigung), an der Kupplung genau das Moment übertragen wird, das dem augenblicklichen Schleppmoment des Motors entspricht (siehe Bild im Anhang 2).

Das Schleppmoment läßt sich in Abhängigkeit der Motordrehzahl aus dem Kennfeld ermitteln und über die Kupplungskennlinie einer entsprechenden Kupplungsposition zuordnen.

Aus dieser Kupplungsposition wird auf die Position zurückgerechnet, in der ein Moment $= 0$ übertragen wird.

Umsetzung

Damit die Ermittlung folgerichtig ablaufen kann, sind einige Bedingungen damit verknüpft (s. Struktogramm): Der gefilterte Schlupf muß bis zu dem Zeitpunkt, zu dem der Gp ermittelt wird, ständig negativ sein ($n_{\text{Getr}} > n_{\text{Motor}}$).

Der LL-Schalter muß aktiv sein ($DK = 0^\circ$), damit das Schleppmoment nicht vom Motormoment kompensiert wird.

Die Motordrehzahl darf 1300 1/min nicht unterschreiten, weil sonst evtl. die Leerlauf-Regelung den Motor beschleunigt (Schleppmoment aus Kennfeld dann nicht verfügbar).

Außerdem darf die Motordrehzahl 2800 1/min nicht überschreiten, damit das Schubmoment nicht zu groß wird (Ermittlung sollte möglichst nahe am Greifpunkt stattfinden, um Kennlinienfehlern weniger Einfluß zu geben).

Der Gp wird zu dem Zeitpunkt ermittelt, in dem der Motorgradient seinen Nulldurchgang hat. Dabei darf der Gradient ca. 83 1/s² nicht überschreiten, um Fehlmessungen auszuschließen.

Der neue Wert darf vom gemittelten Gp max. ± 0.2 mm abweichen.

35

40

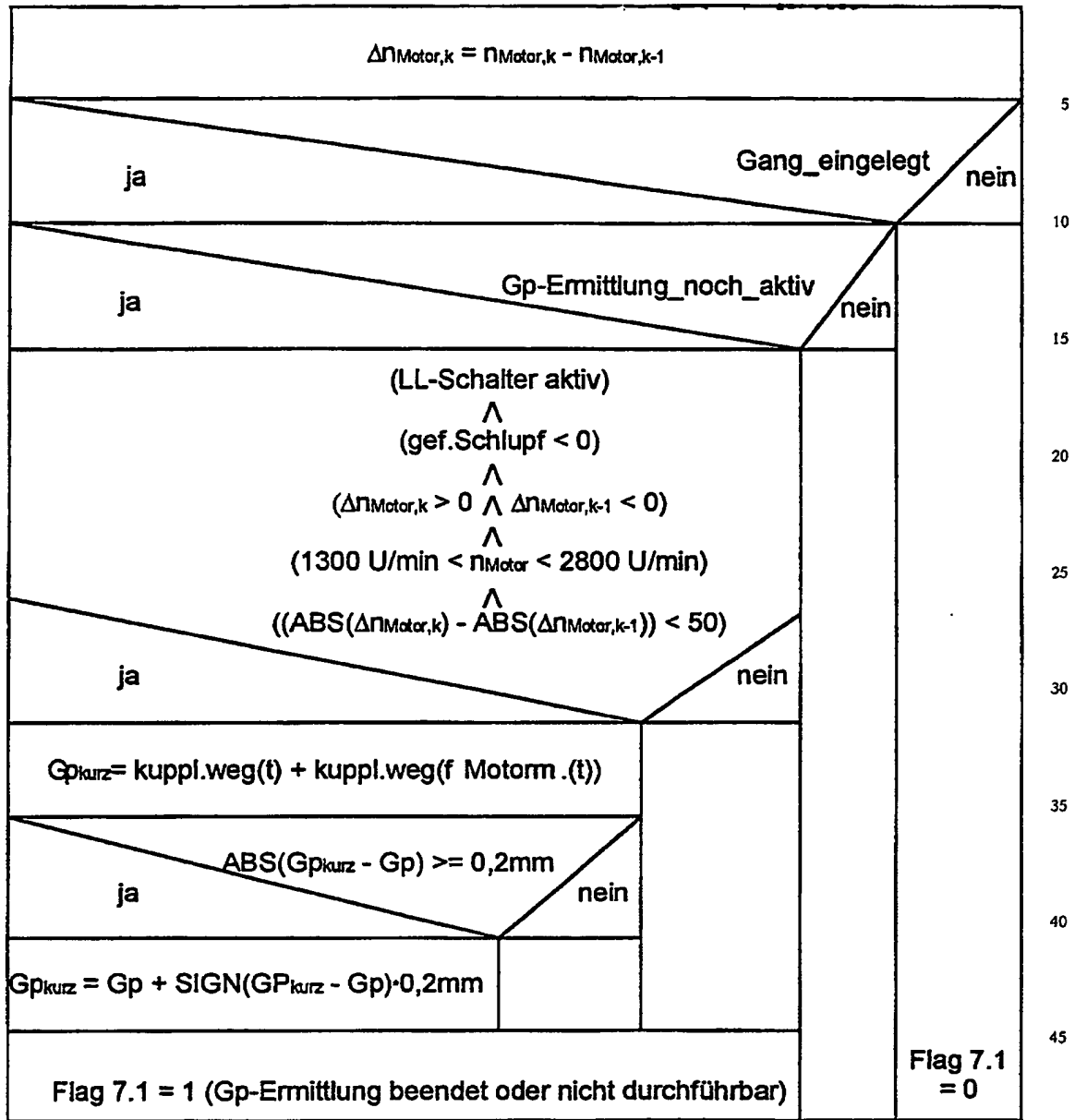
45

50

55

60

65



2.2.3 Greifpunktermittlung beim Wiedereinkuppeln im Zug

Die Greifpunktermittlung im Wiedereinkuppeln im Zug kann z. B. dadurch erfolgen, daß die Fläche zwischen der Motordrehzahl und einem auf die Getriebedrehzahl zurückgerechneten Wert, über der Zeit aufintegriert wird. Überschreitet die Fläche einen festgelegten Höchstwert, so wird der Greifpunkt in die Richtung Kupplung schließen verschoben. Unterschreitet die Fläche einen festgelegten Mindestwert, so wird der Greifpunkt in Richtung Kupplung öffnen verschoben.

3. Sicherheitsphilosophie hydraulischer Aktuator

3.1 Systemüberwachung

Es wurde eine ausführliche FMEA des EKM-Systems durchgeführt. Dabei zeigte sich, daß eine Unterscheidung zwischen 3 Ausfall-Arten notwendig ist:

- Ausfall eines Sensors
- Prozessor-Ausfall oder Ausfall mehrerer Sensoren
- Ausfall von Spannungsversorgung, Endstufen oder Hydraulikversorgung.

Das EKM-System kennt zwei verschiedene Notlaufstufen, Software-Notschaltung und Hardware-Notschaltung. Durch die Systemkontrollleuchte wird angezeigt, ob ein Notlauf aktiv ist.

Schwerwiegendere Fehler werden durch schnelles Blinklicht (Blinkfrequenz ca. 4 Hz) angezeigt. Dies ist der Fall bei:

5

- Druckabfall
- aktiver Hardware-Notschaltung, d. h. bei
 - Prozessorausfall
 - Kupplungspositions-Fehler

10

- Mehrfach-Sensorfehler

Weniger schwerwiegende Fehler werden durch Dauerlicht angezeigt. Dies trifft bei Einfach-Sensorfehlern, mit Ausnahme des Fehlers "Kupplungsposition" zu.

Durch die Warnlampe wird der Fahrer darauf hingewiesen, daß die Systemfunktionen gestört bzw. nur noch in beschränktem Umfang zur Verfügung stehen.

15

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die verschiedenen Notlauf-Stufen mit Beschreibung der Auswirkungen auf die Kupplungssteuerung.

3.1.1 Sensorausfall

20

Es finden ständig Plausibilitätskontrollen der Sensorsignale statt. Wird ein Fehler erkannt, so schaltet ein entsprechendes Notlaufprogramm ein. Mit diesem Software-Notschaltung (siehe Kap. 3.2.1) sind die Grundfunktionen, d. h. die automatisierte Kupplungsbetätigung zum Anfahren und zum Gangwechsel, möglich. Hierbei müssen allerdings Komfort-Einschränkungen akzeptiert werden. Treten mehrere Sensorfehler gleichzeitig auf, so wird der Hardware-Notschaltung aktiviert (siehe Kap. 3.2.2).

25

3.1.2 Prozessorausfall

Der Prozessor wird von einem externen Watchdog überwacht. Kann der Prozessor aufgrund eines Programmabsturzes den Watchdog-Timer nicht mehr zurücksetzen, so löst der Watchdog einen Prozessor-Reset aus. Beim Reset wird die Kupplungssteuerung automatisch auf ihre fest verdrahtete Steuerungs-Schaltung, den sogenannten Hardware-Notlauf, umgeschaltet.

30

3.1.3 Ausfall von Spannungsversorgung, Endstufen oder Hydraulikversorgung

35

Bei diesen schwerwiegenden Fehlern erfolgt eine Systemabschaltung, die ein Schließen der Kupplung bewirkt.

40

45

50

55

60

65

Tabelle 1

EKM-Sicherheitsphilosophie

□ Fall	Notlauf-Stufe	Fahrzeugreaktionen	tritt auf bei
1	"normale" EKM-Steuerung (kein Notlauf aktiv)	<ul style="list-style-type: none"> – Kupplungsautomatisierung beim Anfahren und beim Gangwechsel – spezielle Kupplungssteuerung zur Optimierung von <i>Tip-In</i>- und <i>Back-Out</i>-Reaktionen im Fahrzeug 	– kein Fehler
2	Software-Notlauf	<ul style="list-style-type: none"> – "normale" Kupplungsautomatisierungsfunktion beim Anfahren und beim Gangwechsel mit verringertem Komfort – <i>Tip-In</i>- und <i>Back-Out-Steuerung</i> blockieren (d. h. Kupplung bleibt geschlossen) 	– Fehler eines Sensors (außer Kupplungsweg-Sensor-Fehler)
3	Hardware-Notlauf	<ul style="list-style-type: none"> – Anlasserverriegelung freigeben – Elektropumpe zeitgesteuert ein-/ausschalten – bei Motordrehzahl < 300 1/min: ==> Kupplung schließen – bei Motordrehzahl > 400 1/min: ==> Kupplungsposition anhängig vom Drosselklappenwinkel: <ul style="list-style-type: none"> – bei kleinem Drosselklappenwinkel wird die Kupplung geöffnet – bei großen Drosselklappenwinkel wird die Kupplung geschlossen – Warnlampe einschalten 	<ul style="list-style-type: none"> – Prozessor-Ausfall – Kupplungsweg-Sensor-Fehler – Fehler mehrerer Sensoren
4	System-Abschaltung	– Kupplung schließen	<ul style="list-style-type: none"> – Spannungsversorgung defekt (Kabel, Spannungsregler) – Proportionalventil-Endstufe defekt – Pumpenrelais-Endstufe defekt – Versagen der Hydraulikversorgung

3.2 Notschaltungen

3.2.1 Software-Notschaltung

5 Ist im aktuellen Fehlerspeicher mindestens ein Fehler eingetragen, wird das Flag "SW-Notlauf" gesetzt und die Wamlampe zeigt Dauerlicht (Ausnahme: bei "Druckabfall" schnelles Blinklicht mit ca. 4 Hz Blinkfrequenz).

Der Betriebsmodus "Anschleppen" wird gesperrt. In Tabelle 2 werden die sonstigen Maßnahmen und Konsequenzen bei verschiedenen Fehlerfällen aufgelistet.

10 Diese Fehlermaßnahmen werden zurückgenommen, wenn das Flag "SW-Notlauf" gelöscht wird. Dies tritt ein, falls kein Fehler mehr aktuell anliegt und die Getriebe-Neutral-Position eingelegt ist oder die Kupplung geschlossen ist. Das Rücknehmen der Fehlermaßnahmen nur in den unkritischen Zuständen "Neutral-Position" oder "Kupplung geschlossen" verhindert, daß die Rückschaltung auf den Normalbetrieb für den Fahrer bemerkbar wird.

Die Ausnahme bilden hier die Fehler:

- 15
- Gangposition und
 - Leerlaufschalter

20 die sofort zurückgesetzt werden, sobald der jeweilige Fehler nicht mehr vorliegt. Bei diesen Fehlerarten ist die Rücknahme des Ersatzwertes im Falle des nicht mehr vorliegenden Fehlers auch dann unkritisch, wenn nicht die Neutral-Position eingelegt ist.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Tabelle 2

Maßnahmen und Konsequenzen bei verschiedenen Fehlerfällen in der Software-Notschaltung

Fehlerart	Maßnahmen	Wirkungen	5
1. Motor-drehzahl-Signal	* Umschaltung auf Motor-hilfsdrehzahl	* keine	10
2. Getriebe-eingangsdrehzahl-Signal	* Ersatzwert $n_{\text{Get}} = 0 \text{ min}^{-1}$ * Gangerkennung eingeschränkt (es wird nur zwischen Gang 1, Gang 2 und Neutral unterschieden)	* Temperaturschutzmaßnahmen treten in Kraft * Anfahrerschutz für hohe Gänge außer Kraft * Kupplung öffnet bei nicht betätigtem Gaspedal (Freilauf-Wirkung) * Wiedereinkuppeln im Zug unkomfortabel * Überdrehenschutz nicht wirksam	15 20
3. Tachodrehzahl-Signal	* Ersatzwert $n_F = 0 \text{ min}^{-1}$ * Gangerkennung eingeschränkt (wie 2.)	* weicheres Einkuppelverhalten in hohen Gängen	25
4. Drosselklappen-Signal	* Ersatzwert $a_{DK} = 5^\circ$	* Anfahrerdrehzahlen nicht drosselklappenwinkelabhängig * Wiedereinkuppeln unangepaßt (je nach Situation entweder zu weich oder zu hart) * Schnelles, unkomfortables Auskuppeln	30 35
5. Gangpositionsgeber-Signal	* Ersatzwert setzen auf Gang 1-Bereich * Anlasserblockade deaktivieren	* weicheres Einkuppelverhalten in hohen Gängen * Getrieberatschen und Getriebeschädigungen möglich bzw. provozierbar	40 45
6. Drucksensor-Signal	* 50%-Einschaltdauer-Pumpenzyklus aktivieren	* keine	50
7. Schaltabsichtschalter-Signale	* Schaltabsicht-Flag = "false" setzen	* erhöhter Schaltkraftaufwand zum Wechsel in die Getriebe-Neutralposition	55
8. Leerlaufschalter-Signal	* Leerlaufschalter = "false" setzen bei $D_k > 5^\circ$	* Anfahren schlecht dosierbar (nur noch Kriechanfahrt oder Anfahrt mit $D_k > 5^\circ$ möglich)	60

65

3.2.2 Hardware-Notschaltung

Das System enthält eine festverdrahtete Notsteuerung. Zur Aufrechterhaltung des Systemdruckes wird die Elektropumpe fest getaktet angesteuert (d. h. 10 Sekunden ein, 10 Sekunden aus, 10 Sekunden ein, ...). Unterhalb einer Mindestmotordrehzahl (stehender Motor) schließt die Kupplung (Parksperre, Sicherung gegen unbeabsichtigtes Wegrollen). Bei laufendem Motor wird die Kupplung direkt über das Drosselklappensignal angesteuert. Damit öffnet die Kupplung bei kleinem Drosselklappenwinkel und schließt bei großem Drosselklappenwinkel. Das Pulsweitenmodulierte Signal der Drosselklappe wird direkt für die Ventilansteuerung benutzt.

Die Notsteuerung ermöglicht die gefahrungsarme Weiterfahrt bis zum nächsten Halt. Ein Anfahren ist danach nicht in allen Fällen möglich, da der Schließvorgang der Kupplung zwar über das Gaspedal gesteuert werden kann, die Dosierbarkeit hierbei jedoch sehr eingeschränkt ist.

Das Anlassen des Motors ist bei aktiver Notsteuerung blockiert. Eine Deaktivierung der Anlassersperre ist nur durch Stecken eines Überbrückungssteckers möglich (siehe Kap. 3.2.3).

Die Hardwarenotschaltung wird aktiv, wenn das System einen Mehrfachsensordfehler (siehe Kap. 3.1) erkennt oder das Kupplungspositionssignal gestört oder ausgefallen ist. Ein spezieller Betriebszustand der Software-Steuerung ("Shut Down") sorgt für die Übergabe der Systemkontrolle an die festverdrahtete Notsteuerung. Der Hardware-Notlauf ist in diesem Fall nicht reversibel und kann nur durch Abschalten des Steuergerätes (Zündung aus, Fahrertür geschlossen) aufgehoben werden.

Die korrekte Funktion der Software-Steuerung wird durch einen sogenannten "Watchdog" überwacht. Gibt der Prozessor nicht in regelmäßigen Abständen ein Triggersignal an die extern aufgebaute "Watchdog"-Schaltung ab, löst diese die Hardware-Notsteuerung aus und der Prozessor wird neu gestartet (Reset). Arbeitet der Prozessor nach erneutem Hochlauf wieder korrekt wird in diesem Fall der Hardware-Notlauf zurückgenommen.

Generell ist die Hardware-Notsteuerung in der Hochlaufphase des Softwaresystems bis ca. 100 ms nach Einschalten des Steuergerätes aktiv.

Bei Zutreffen der Bedingungen:

Motordrehzahl $< 500 \text{ min}^{-1}$ und
(Fußbremse oder Handbremse) betätigt

wird in der Hardware-Notsteuerung eine Motorabschaltung aktiviert, die max. 3 Sekunden lang wirkt. (genau Beschreibung dieser Funktion siehe Kap. 3.3).

Wird bei aktivem Hardware-Notlauf die Anlassersperrüberbrückung gesteckt und ein Startversuch unternommen, so kommt, sofern Fuß- oder Handbremse betätigt wird, die Motorabschaltung zum Tragen. Da die Motorabschaltung aber nur max. 3 Sekunden lang wirkt kann der Motor trotzdem gestartet werden.

3.2.3 Deaktivierung der Anlasserblockade

Die Anlasserblockade kann umgangen werden, indem der Überbrückungsstecker auf den Steckplatz "Anlasserfreigabe" gesteckt wird. Ist die Anlassersperrüberbrückung gesteckt, so zeigt die Systemwarnlampe schnelles Blinklicht (Blinkfrequenz ca. 4 Hz). Wird die Anlassersperrüberbrückung sofort nach dem Motorstart wieder abgezogen, so blinkt die Systemwarnleuchte, bis das Steuergerät das nächste Mal abschaltet.

3.3 Diagnosefunktion

Grundlage der Eigendiagnose ist die Fehlererkennung.

Auf Fehler geprüft werden alle Ein- und Ausgangssignale. Bei den Eingangssignalen führt ein Verlassen des physikalisch sinnvollen Sinalbereiches zum Fehlereintrag in den Fehlerspeicher.

Bei den Ausgangssignalen wird der logische Pegel mit dem rückgemessenen Pegel auf Übereinstimmung geprüft.

Zusätzlich erfolgt bei den Eingangssignalen eine Kontrolle auf funktionale Fehler, wie:

- überlange Pumpeneinschaltzeiten (Pumpenzyklus)
- unzulässige Abweichungen zwischen Soll- und Ist-Kupplungsposition (Kupplungspositionssensor).
- Vergleich der Motordrehzahlen DME 1 und DME 2
- Überprüfung des Ventilstromes auf physikalisch sinnvollen Bereich
- Überprüfung, ob während eines Gangwechsels beide Schaltabsichtssignale gleichzeitig aktiv sind → Fehler "Schaltabsicht" wird erkannt.
- Überprüfen des LL-Schalters in Abhängigkeit der Drosselklappe.
- Gegenseitige Überwachung von Getriebeeingangs- und Tachodrehzahl.

Jeder erkannte Fehler wird in einen Fehlerspeicher eingetragen. Dem Fehler wird ein Zählerwert zwischen 1 und 8 zugewiesen. Zählerwert 1 bedeutet, der Fehler liegt aktuell vor. Höhere Zählerstände zeigen, wann der Fehler letztmals aufgetreten ist. Beim Abschalten des Systems werden die Zählerstände aller nicht aktuell anliegenden Fehler um 1 erhöht und danach abgespeichert. Zählerstand 2 weist somit darauf hin, daß der Fehler während der vorletzten Betriebsphase aufgetreten ist, aktuell jedoch nicht mehr vorhanden ist. Entsprechend ist ein Fehlerstand zwischen 2 und 7 zu interpretieren (z. B. 5: Fehler in den letzten 5 Betriebsphasen nicht mehr aufgetreten). Zählerstand 8 bedeutet, daß der Fehler seit dem letzten Löschen des Fehlerspeichers mindestens

einmal aufgetreten ist, jedoch nicht mehr während der letzten 7 Betriebsphasen.
Nicht aufgetretene Fehler bleiben ohne Eintrag.

3.3.1 Auslesen des Fehlerspeichers

Die Ausgabe des Fehlerspeichers erfolgt über Blinkcode mittels der Systemwarnlampe. Zur Vorbereitung der Diagnoseausgabe ist der Überbrückungsstecker auf den Steckplatz "Diagnose" zu setzen. Die Diagnoseausgabe beginnt bei eingeschalteter Zündung durch Betätigen des Fußbremspedals (länger als 2,5 sec).

Zu Beginn der Diagnoseausgabe wird eine 2,5 sec dauernde Hellphase eingeblendet. Danach beginnt die Blinkcodeausgabe der im Fehlerspeicher eingetragenen Fehler. Der Fehlercode ist dreistellig, die ersten beiden Ziffern kennzeichnen die Fehlerart (s. Tabelle 3). Die 3. Stelle enthält den zugehörigen Fehlerzähler. Die einzelnen Zählerimpulse sind durch eine kurze Dunkelphase getrennt, die einzelnen Stellen durch mittlere und verschiedene Fehlereinträge durch lange Dunkelphasen.

Nach einmaligem Durchlauf der Ausgabe verlischt die Warnlampe. Eine erneute Ausgabe kann durch Betätigung der Fußbremse ausgelöst werden. Während der Diagnoseausgabe wird die Betätigung der Fußbremse ignoriert (d. h. es wird keine Neuausgabe gestartet.)

Nach Ziehen des Überbrückungssteckers aus dem Steckplatz "Diagnose" wird bei eingeschalteter Zündung der Fehlerspeicher gelöscht.

3.4 Motorabschaltung

im Betrieb bei extremer Greifpunktverschiebung:

wenn:

Differenz Nullpunkt — Greifpunkt < 3 mm oder

Differenz Maximalhub — Greifpunkt < 1 mm

dann: Motor abschalten

Hinweis: Dies kann nur vorkommen, wenn das Fahrzeug bei eingelegtem Gang längere Zeit stillsteht.

im Softwarenotlauf:

wenn:

Motordrehzahl < 500 1/min

und Versorgungsdruck $p < 50$ bar (kein Kabelbruch)

und Fußbremse betätigt

oder Versorgungsdruck $p < 50$ bar (kein Kabelbruch) und Handbremse betätigt

und Flag "Motor bereits gelaufen"

dann: Motor abschalten

Hinweis: Die Verknüpfung mit dem Flag "Motor bereits gelaufen" ist notwendig, da sonst die Motorabschaltung auch beim Motorstart aktiv sein könnte.

im Hardwarenotlauf:

wenn:

Motordrehzahl < 500 1/min

und Fußbremse oder Handbremse betätigt

dann: Motor abschalten

Hinweis: würde im Hardwarenotlauf der Anlasser betätigt (Anlassersperre überbrückt), so ist bei betätigter Bremse die Motorabschaltung aktiv. Da das Signal aber maximal 3 sec. von der DME akzeptiert wird, läuft der Motor um die 3 sec. verzögert an.

Hintergrund für aktive Motorabschaltung bei extremer Greifpunktverschiebung

Problem

Im Fahrbetrieb können durch Temperatureinwirkungen Situationen auftreten, in denen es konstruktionsbedingt zum unbeabsichtigten Schließen der Kupplung kommen kann.

Situation 1

Das Fahrzeug wird mit hoher Geschwindigkeit bewegt. Die hohe Fahrgeschwindigkeit bedingt eine sehr gute Kühlung der Hydraulikleitung. Wird im folgenden das Fahrzeug im Stillstand gehalten, so erwärmt sich die Hydraulikleitung stark. Infolge der Ausdehnung der Bremsflüssigkeit zwischen Geber und Nehmerzylinder, wird der Geberzylinder sukzessive in Richtung Nullpunkt bewegt. Hierbei besteht die Gefahr, daß im Fall besonders starker Temperaturerhöhung (ohne Anfahren), bzw. beim nächsten Anfahren das Überfahren der Bohrung zum Fluidausgleich ("Schnüffelbohrung") im Geberzylinder ein unkontrolliertes Schließen der Kupplung bewirkt.

Lösung

Motor abschalten, sobald die Gefahr eines unkontrollierten Anfahrens besteht. Damit wird die Kupplung geschlossen und durch die "Schnüffelbohrung" erfolgt ein Fluidaustausch, womit beim erneuten Anlassen des Motors ein normales Anfahren ermöglicht wird.

Situation 2

Das Fahrzeug wird mit stark erhitzter Hydraulikleitung in den ausgekuppelten Zustand gebracht. Durch eine einsetzende Abkühlung, der Hydraulikleitung wird die Kupplung langsam geschlossen. Dies wird von der Greifpunktadaption erkannt und bewegt den Geberzylinder in Richtung Kupplung "Öffnen". Es ist nun auch hier denkbar, daß der Kupplungsweg, den der Geberzylinder zur Verfügung hat, nicht ausreicht. Ist der Geberzylinder am Anschlag, würde die Kupplung langsam infolge der Abkühlung geschlossen.

Lösung

Motor abschalten, sobald der Geberzylinder den max. Hub erreicht hat. Die Kupplung wird geschlossen und der Fluidaustausch durch die Schnüffelbohrung kann erfolgen.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten und beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern umfaßt auch Varianten, die durch Kombination von einzelnen in Verbindung mit den verschiedenen Ausführungsformen und Verfahren beschriebenen oder gezeigten Merkmalen bzw. Elementen gebildet werden können. Die Anmelderin behält sich vor, noch weitere bisher nur in der Beschreibung oder in den Zeichnungen offenbarte Merkmale von erfinderischer Bedeutung zu beanspruchen.

Patentansprüche

1. Kraftfahrzeug mit einer im Momentenfluß zwischen Brennkraftmaschine und Schaltgetriebe angeordneten automatisierten Kupplung und wenigstens einer Steuereinrichtung hierfür, die bei mit eingelegtem Gang und laufendem Motor stillstehendem beziehungsweise praktisch stillstehendem Fahrzeug sowie nicht betätigtem Gaspedal (Kraftstoffzufuhrbemessungsglied) soweit geschlossen wird, daß ein geringes Moment übertragen wird, das ein Ankriechen des Fahrzeuges bewirkt.
2. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer während des Kriechens erfolgenden Bremsbetätigung (Fußbremse, Handbremse) die Kupplung in Richtung Öffnen betätigt und dadurch das übertragbare Moment verringert wird.
3. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei betätigter Bremse, stillstehendem bzw. praktisch stillstehendem Fahrzeug und einem bei nichtbetätigtem Gaspedal erfolgenden Einlegen des Ganges die Kupplung in einer gegenüber der das Kriechen bewirkenden Position zurückversetzten Position (Bereitschaft- Warte- oder Offsetposition) gehalten ist.
4. Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei nichtbetätigter Bremse und nichtbetätigtem Gaspedal während des Kriechvorganges die Kupplung stetig in Richtung des Schließens betätigt wird.
5. Kraftfahrzeug nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Warte- oder Offsetposition entsprechend einem zuvor in einem Speicher abgelegt gewesenen und von dort entnommenen Wert einstellbar ist.
6. Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Warte- oder Offsetposition der Kupplung entsprechend einem zuvor in einem Speicher abgelegten, von dort entnommenen, dem Greifpunkt entsprechenden, diesem gegenüber um einen geringen Wert (dem "Offset") in Richtung Öffnen der Kupplung zurückversetzten Position einstellbar ist.
7. Kraftfahrzeug mit einer im Momentenfluß zwischen Brennkraftmaschine und Schaltgetriebe angeordneter automatisierter Kupplung und wenigstens einer Steuereinrichtung hierfür, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei nach dem Starten des Motors, stehendem, beziehungsweise praktisch stehendem Fahrzeug, nicht betätigtem Gaspedal, nichtbetätigter Bremse und Einlegen eines Anfahranges die Kupplung aus einer, kein Anfahrmoment übertragenden Position (wie einer Bereitschafts- Offset- oder Warteposition) permanent in Schließrichtung betätigt wird, derart, daß ein Ankriechen des Fahrzeuges erfolgt und der in der Kupplung vorhandene Schlupf permanent verringert wird.
8. Kraftfahrzeug nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei Betätigung einer Bremse der Schließvorgang der Kupplung unterbrochen wird.
9. Kraftfahrzeug nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung in eine, kein Anfahrmoment übertragende Position zurückgeführt wird (wie in die Bereitschaftsposition).
10. Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung in Abhängigkeit des Abstellens des Motors selbsttätig geschlossen wird.
11. Kraftfahrzeug nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung auch bei eingelegtem Gang geschlossen wird.
12. Kraftfahrzeug nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung gegenüber dem Abstellen des Motors verzögert geschlossen wird.
13. Kraftfahrzeug mit einer im Momentenfluß zwischen Brennkraftmaschine und Schaltgetriebe angeordneten automatisierten Kupplung und wenigstens einer Steuereinrichtung hierfür, insbesondere nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Starten des Motors

und neutraler Getriebeposition die Kupplung in eine über die Greifposition hinausgehende, wie voll geöffnete Position geführt wird, bei Einleitung des Einlegens in Abhängigkeit des Erkennens mittels einer Gangerkennung eines Anfahranges die Kupplung in die Bereitschaftsposition betätigt wird.

14. Kraftfahrzeug nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß selbst bei nichtbetätigtem Gaspedal und eingelegtem Gang die Kupplung, aus der, kein Anfahrmoment übertragenden Position (wie einer Bereitschafts- Offset- oder Warteposition) permanent in Schließrichtung betätigt wird, derart, daß ein Ankriechen des Fahrzeuges erfolgt.

15. Kraftfahrzeug nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlupf der Kupplung durch permanentes Schließen derselben verringert wird.

16. Kraftfahrzeug nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Schließen aus der Bereitschaftsposition in die Greifposition und/oder von der Greifposition in die weiter oder ganz geschlossene Position gesteuert entsprechend einer zeitlich abhängigen Momentenrampe oder geregelt erfolgt, in Abhängigkeit des Schlupfes zwischen Motor und Getriebe.

17. Kraftfahrzeug, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Schließen der Kupplung z. B. aus der Bereitschaftsposition in die Greifposition und/oder aus der Greifposition in die eingerückte Position ohne direkte Ermittlung der Getriebedrehzahl erfolgt.

18. Kraftfahrzeug, nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlupf berechnet wird aus Motordrehzahl und einem der Getriebedrehzahl entsprechenden Wert aus dem Fahrgeschwindigkeitssignal, berücksichtigt um das bei dem entsprechenden Gang zugeordnete Getriebeübersetzungsverhältnis.

19. Kraftfahrzeug, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifposition der Kupplung zumindest annähernd die Position ist, bei der das Fahrzeug zu kriechen beginnt.

20. Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangsposition für den nach dem Starten der Brennkraftmaschine erfolgenden Einkuppelvorgang die Greifposition, korrigiert mit dem "Offset" ist.

21. Kraftfahrzeug, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für die Wegmessung der Kupplungsposition ein vom Kupplungsbetätigungsmittel, wie dem Ausrücklager entferntes Element des Ausrücksystems dient.

22. Kraftfahrzeug nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem fluid-betätigten Ausrücksystem die Wegmessung am Geberzylinder erfolgt.

23. Kraftfahrzeug, insbesondere nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehr als eine Methode einer Greifpunktermittlung durchgeführt wird.

24. Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifpunktermittlung bei stehendem oder praktisch stehendem Fahrzeug in Getriebeneutralposition erfolgt (Stand-Greifpunkt).

25. Kraftfahrzeug, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifpunktermittlung bei eingelegtem Gang, betätigter Fußbremse im stillstehenden bzw. praktisch stillstehenden Fahrzeug erfolgt (Stand-Greifpunkt).

26. Kraftfahrzeug, nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Stand-Greifpunkt-Ermittlung periodisch durchgeführt wird.

27. Kraftfahrzeug, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Greifpunktermittlung im Schub- und/oder im Zugbetrieb erfolgt (Schub- bzw. Zug-Greifpunkt).

28. Kraftfahrzeug nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifpunktermittlung im Schubbetrieb in "Lasthebelstellung Null", bei einer Stellung der Kupplung — in Richtung Schließen gesehen — nach Unterschreiten der Bereitschaftsposition und bei Feststellung der dabei auftretenden Minimum-Motordrehzahl erfolgt dieser Wert über das Motorkennfeld einem Schub- bzw. Bremsmoment des Motors zugeordnet und diesem Wert über die Kupplungskennlinie der entsprechende Abstand zum potentiellen Greifpunkt zugeordnet wird.

29. Kraftfahrzeug, nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Greifpunktermittlung im Zugbetrieb der Drehzahlunterschied zwischen Motor und Getriebe (Schlupf) über der Zeit auf integriert wird und bei Überschreitung der auf integrierten Fläche um einen bestimmten Wert der Greifpunkt in Richtung Schließen korrigiert wird und bei Unterschreitung der auf integrierten Fläche um einen bestimmten Wert der Greifpunkt in Richtung Öffnen korrigiert wird.

30. Kraftfahrzeug, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß alle ermittelbaren Greifpunkte (gegebenenfalls mit Offset) speicherbar sind.

31. Kraftfahrzeug, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Stand-Greifpunkt in einem flüchtigen Speicher speicherbar ist.

32. Kraftfahrzeug, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schub- und/oder Zug-Greifpunkt in einem nicht flüchtigen Speicher speicherbar ist.

33. Kraftfahrzeug, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für die Speicherung der Bereitschaftspositionen ein flüchtiger, zentraler Greifpunktspeicher vorgesehen ist, der von den anderen Speichern, Stand-Greifpunktspeicher sowie Schub- und/oder Zug-Greifpunktspeicher, die Werte übertragen erhält.

34. Kraftfahrzeug, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Werte des Stand-Greifpunktspeichers nach dessen periodischer Ermittlung vom zentralen Greifpunktspeicher und in Abhängigkeit des Erreichens der Bereitschaftsposition übernommen werden.

35. Kraftfahrzeug, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach einer Ermittlung des Greifpunkt-Schub- und/oder Zugspeichers und nach einem zumindest annähernd vollständi-

gen Schließen der Kupplung dessen Werte vom zentralen Greifpunktspeicher übernommen werden.

36. Kraftfahrzeug, nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit eines so weit erfolgten Schließens der Kupplung, daß das von der Kupplung übertragbare Moment höher ist als das anstehende Motormoment.

37. Kraftfahrzeug, nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Übernahme des Schub- und/oder Zugmomentes in Abhängigkeit eines vollständigen Schließens der Kupplung erfolgt.

38. Kraftfahrzeug, nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Übernahme in Abhängigkeit eines vollständigen Öffnens der Kupplung erfolgt.

39. Kraftfahrzeug, nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Übernahme in Abhängigkeit des Erreichens der Bereitschaftsposition erfolgt.

40. Kraftfahrzeug, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Übernahme in Abhängigkeit des Erreichens einer Position des Geberzylinders erfolgt, bei der ein Volumenausgleich mit einem Vorratsbehälter über die Schnüffellochbohrung erfolgt ist.

41. Kraftfahrzeug, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Schließen der Kupplung von der geöffneten Position in die Bereitschaftsposition nach einer gesteuerten Funktion erfolgt.

42. Kraftfahrzeug, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Schließen der Kupplung beim Anfahren von der Bereitschaftsposition aus in Abhängigkeit von einer Soll-Anfahrdrehzahl erfolgt, die abhängig ist von der Lasthebelstellung.

43. Kraftfahrzeug, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Schließen der Kupplung beim Wiedereinkuppeln (nach Gangwechsel) von der Bereitschaftsposition aus in Abhängigkeit eines Soll-Schlupfes erfolgt.

44. Kraftfahrzeug, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Soll-Schlupf auf der Basis des Ist-Schlupfes zum Beginn des Einkuppelns über eine Zeitrampe gegen den gewünschten Endschlupf regelbar ist.

45. Kraftfahrzeug, nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, daß der gewünschte Endschlupf Null ist.

46. Kraftfahrzeug, nach Anspruch 42 oder 43, dadurch gekennzeichnet, daß das an der Kupplung eingestellte Moment mindestens dem Motormoment mal einem Faktor von ≥ 1 entspricht.

47. Kraftfahrzeug, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Motormoment ermittelt wird aus der Stellung des Lasthebels und der Motordrehzahl.

48. Kraftfahrzeug, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das für den jeweiligen Betriebszustand (Kriechen und/oder Anfahren und/oder Wiedereinkuppeln) ermittelte Soll-Drehmoment der Kupplung ermittelt wird und über die Kupplungskennlinie in einen Sollweg umgewandelt wird.

49. Kraftfahrzeug nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, daß der Sollweg in einem Wegregelkreis mit dem Ist-Wert der Kupplung verglichen wird und über einen PID-Regler daraus der zur Ventil-Ansteuerung erforderliche Sollstrom bestimmt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig.1

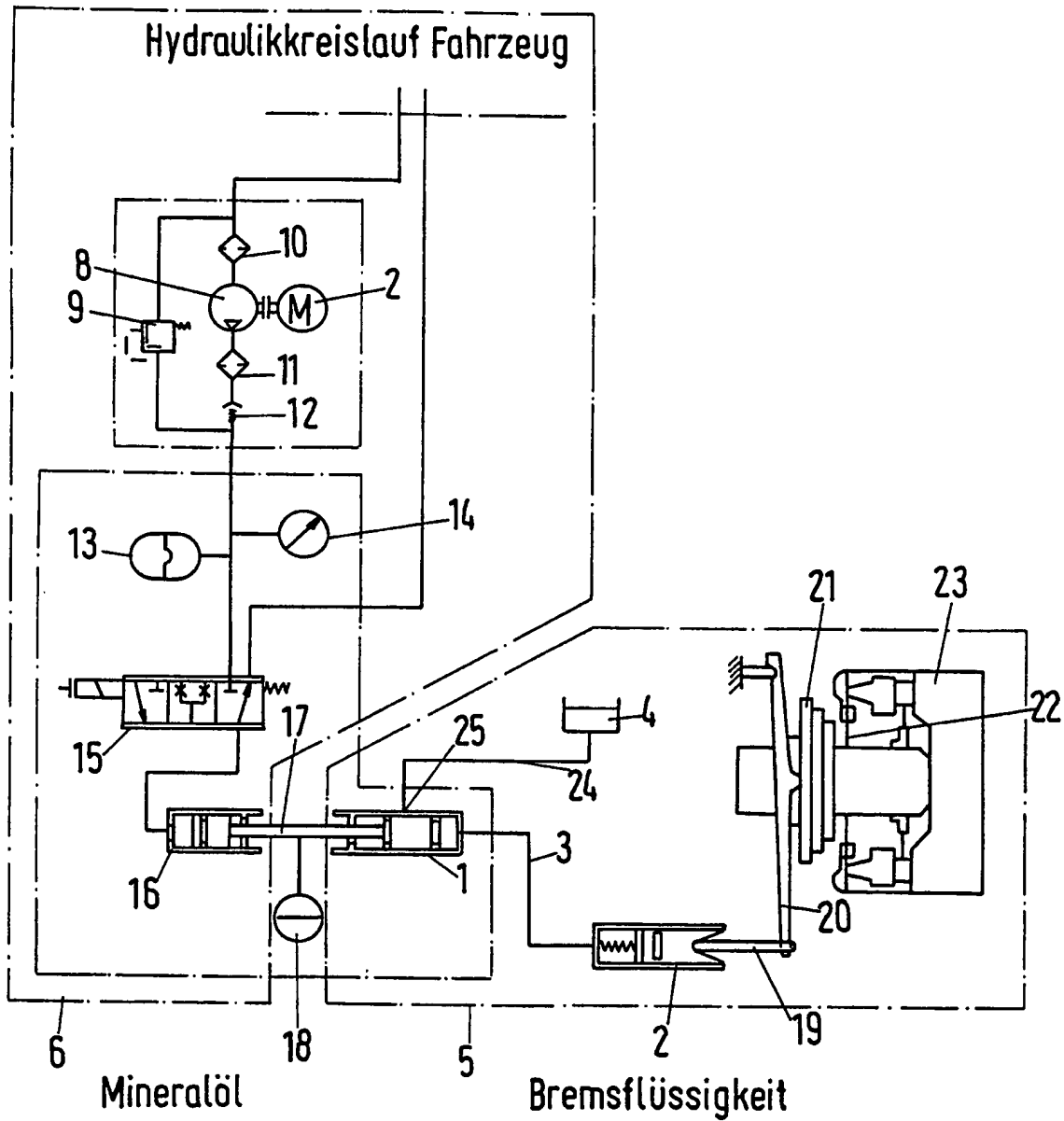


Fig.2

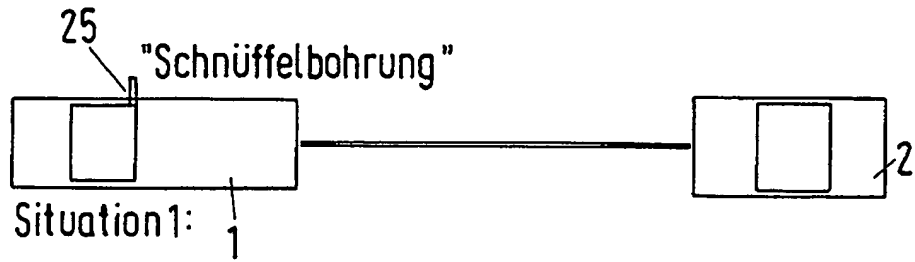


Fig.3

